

VODPREG – STANJE SLOVENSКИH VODNOGOSPODARSKIH PREGRAD VODPREG – state of dams for water management purpose in Slovenia

Nina Humar*, **Pavel Žvanut****, **Igor Detela*****, **Andrej Širca******, **Marko Polič*******,
Mojca Ravnikar - Turk*****, **Andrej Kryžanowski******* **UDK 627.82.05**

Povzetek Abstract

Skrb za varno izrabo in uporabo pregrad in zadrževalnikov je v svetu v zadnjih desetletjih zelo napredovala. Vse več pozornosti se usmerja v čim boljšo vključitev tovrstnih objektov v prostor in glede na to, da se pregrade zaradi intenzivne prostorske izrabe gradijo vse bližje poseljenim območjem, k izpolnitvi vse višjih standardov, katerih namen je varnejše obratovanje in izraba oziroma uporaba tovrstnih objektov. Slaba ozaveščenost uporabnikov o nevarnosti, ki jo pomenijo pregrade, in pomanjkanje informacij, potrebnih za organizacijo zaščite in reševanja v primeru porušitve pregrade, je spodbudilo Upravo za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, da je naročila obsežno analizo, v kateri sodelujejo štiri partnerske organizacije, in sicer Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Hidrotehnik, d. d., IBE, d. d., in Zavod za gradbeništvo. Izvedle so strokovni pregled pregradnih objektov in vodnih zadrževalnikov ter pripravile priporočila za izboljšanje varnosti pregrad in ozaveščanja prebivalcev. V članku so predstavljene ugotovitve projekta in priporočila za izboljšanje varnosti pregrad.

The care for safe use and exploitation of dams and reservoirs in the world has made considerable progress in recent decades. Due to intensive use of space and the increasing need of building dams closer to populated areas, more and more attention is given to the integration of such facilities into space and to the fulfilment of higher demands imposed by standards to ensure safe operation and exploitation of dams. Scarce public awareness of the dangers which could be posed by dams, and the lack of the information necessary for the emergency preparedness to perform evacuation in case of failure of a dam, spurred the Administration for Civil Protection and Disaster Relief at the Ministry of Defence of the Republic of Slovenia to conduct a complex review of documentation and state of Slovenian dams and reservoirs for water management purpose. Four partner organizations: the Faculty of Civil and Geodetic Engineering, University of Ljubljana, Hidrotehnik, d.d., IBE, d.d., and the Slovenian National Building and Civil Engineering Institute participated in the elaboration of review. As the result of the review, the consortium prepared recommendations for improving the safety of the dams and for raising public awareness. The article presents the findings and recommendations of the task to improve the safety barriers.

Uvod

Pregrade in zadrževalnike od nekdaj gradimo zaradi koristi, ki jih predstavljajo za človeka, vendar so hkrati latentna grožnja za okolje in prebivalstvo v njihovem vplivnem območju. In čeprav so pregrade zaradi škodnega potenciala že desetletja prepoznane kot kritična infrastruktura (pri nas je zanje treba izdelati načrte zaščite in reševanja), zaradi koristnosti in vsesplošnih potreb dopuščamo in spodbujamo njihovo gradnjo. V tujini zagotavljanje varnosti tovrstnih objektov razumejo širše kot pri nas. V veliko državah njihova varnost ni omejena le na zagotavljanje varnega obratovanja in mehanske stabilnosti, temveč

* Hidrotehnik, d. d., Slovenčeva 97, Ljubljana, nina.humar@hidrotehnik.si

** ZAG, Zavod za gradbeništvo, Dimičeva 16, Ljubljana

*** P.E.D. SAVA, podvodna dela in ekološke sanacije, d. o. o., Maistrov trg 4, Kranj

**** Projektantsko in svetovalno podjetje IBE d. d., Hajdrihova 4, Ljubljana

***** dr., Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za psihologijo, Aškerčeva 2, Ljubljana

***** ZAG, Zavod za gradbeništvo, Dimičeva 16, Ljubljana

***** Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, Ljubljana

je povezana s skrbjo za varnost prebivalstva in objekta v vseh razmerah. Vse bolj očitno je, da varnost pregrad lahko znatno izboljšamo z zagotavljanjem kakovosti že pri načrtovanju in umeščanju v prostor. Skrb se mora nadaljevati tudi pri gradnji, obratovanju in obnavljanju ter vse do opustitve objekta. Kljub dognanjem sodobne stroke in možnostim, ki jih omogočajo sodobne metode za izločanje napak v vseh fazah nastajanja in obratovanja, ter kljub tehnološkemu napredku pri izboljšavi varnosti objektov se v Sloveniji z največjim bremenom zagotavljanja varnosti in ustreznosti objekta še vedno srečujemo prav v fazi obratovanja pregrade. To obdobje je najdaljše in najbolj nepredvidljivo. Čeprav tveganja ne moremo povsem izločiti, lahko v tej fazi s primerno skrbjo bistveno pripomoremo k izboljšanju varnosti objekta in zmanjšanju tveganja, ki ga predstavlja za okolico.

V Sloveniji je več kot 70 velikih, srednjih in malih pregrad in jezov, od katerih je 48 takih, ki niso namenjeni proizvodnji električne energije (slika 1). Ti objekti so večinoma večnamenski, saj se zaščita pred poplavami združuje z drugimi rabami, kot so namakanje, rekreacija, ribogojstvo, ribolov, bogatenje podtalnice ali zadrževanje proda.

V Sloveniji je upravljanje s pregradami zelo različno. Objekte, namenjene pridobivanju energije ali v druge komercialne namene, država navadno daje v upravljanje za daljše obdobje (od 30 do 50 let), pri čemer imajo koncesionari možnost precej samostojnega upravljanja s sredstvi. To jim omogoča, da lahko odgovorno nadzorujejo obseg vzdrževalnih del in spremljanje stanja, delovanja in odzivanja pregrade. Koncesionar je namreč v teh primerih odgovoren za vsa potrebna vzdrževalna in sanacijska dela, da pregrada ohranja svojo funkcionalnost in namembnost ter varno deluje do konca koncesijskega obdobja.

Pri pregradah in akumulacijah, ki so namenjene upravljanju z vodami (v teh primerih je njihov glavni namen varovanje pred poplavami, namakanje, upravljanje z vodnim režimom, zadrževanje proda, bogatenje podtalnice, ribogojstvo ipd.), so koncesionarju poleg skrbi za vzdrževanje objekta poverjene tudi druge naloge, povezane z upravljanjem in vzdrževanjem vodotokov na celotnem povodju. Koncesija je v tem primeru podeljena na krajše obdobje, ki traja praviloma pet let. Sredstva, namenjena za izvajanje rednih vzdrževalnih del za ohranjanje fizičnega stanja objektov, se odvajajo iz državnega proračuna. Za programe za vzdrževanje, obratovanje in monitoring, ki jih vsako leto pripravijo koncesionari, je potrebno predhodno soglasje naročnika, kar ima precejšen vpliv na obseg programov in posledično na stanje objektov, ki je zaradi omejenih sredstev le težko primerljivo s stanjem hidroenergetskih pregrad. V sklopu razvojnoraziskovalne naloge Evidentiranje in pregled stanja zemeljskih in betonskih pregrad strateškega pomena – VODPREG – smo natančneje pregledali:

– vodne pregrade in zadrževalnike, ki so v splošni rabi (lastnik je država ali lokalne skupnosti), upravljanje pa je s koncesijo podeljeno ustrezno usposobljenim upravljavcem, nosilcem javne vodnogospodarske službe,

- rudniške pregrade,
- pregrade za zadrževanje proda,
- jalovinske pregrade.

Izločili smo vse energetske pregrade, ki so v »privatni lasti« na podlagi koncesijskega razmerja, ter historične pregrade, ki so sicer v javni lasti, vendar se ne uporabljajo več in ne predstavljajo tveganja za okolico.

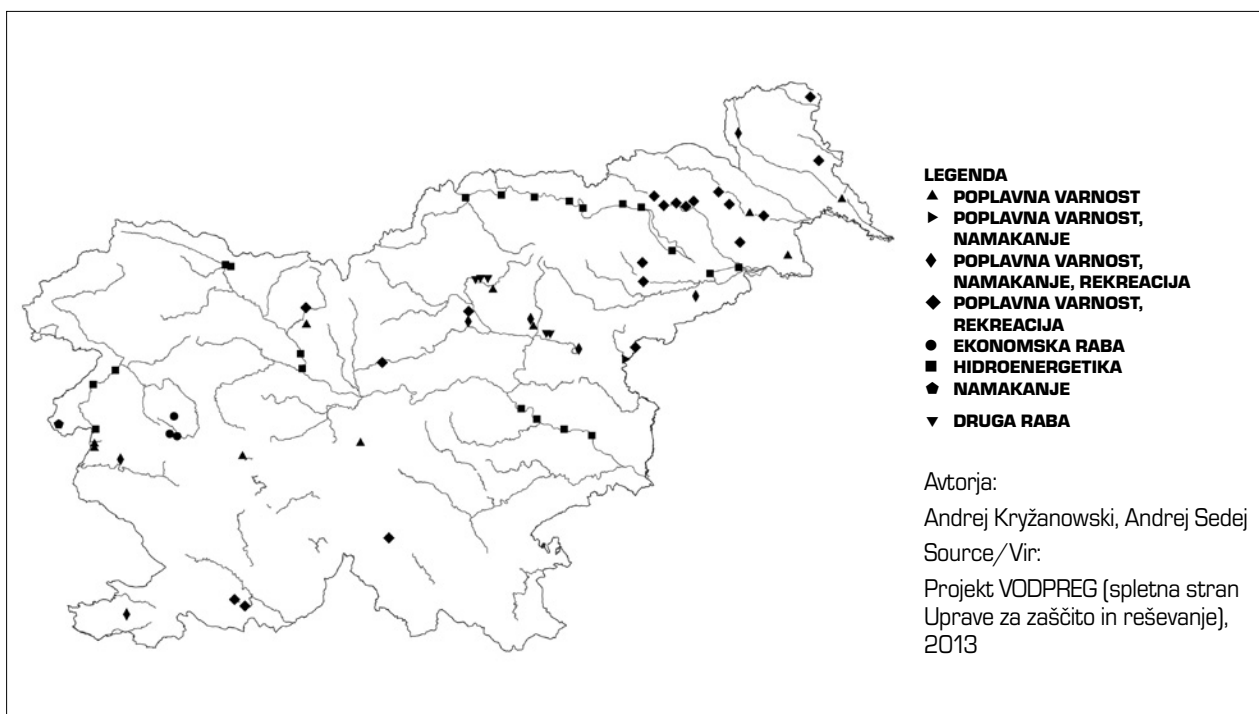
Najprej smo seveda pregledali vse pregrade in akumulacije strateškega pomena. Nadaljevali smo s terenskim pregledom stanja problematičnih vodnogospodarskih pregrad in akumulacij (navodni in podvodni del), ki smo ga opravili na podlagi predhodne preučitve veljavne dokumentacije, na objektih pa smo ugotavljali morebitne strukturne in oblikovne pomanjklivosti in preverjali ustreznost rednega monitoringa, nadzora in vzdrževanja. Analizirali smo tudi tveganje oziroma grožnjo, ki jo za okolico pomenijo evidentirane pregrade, pri čemer smo se oprli na študije porušitve pregrad. Ob koncu smo predlagali sanacijska in vzdrževalna dela, potrebna za ponovno vzpostavitev varnega obratovanja, in ukrepe za varnejšo izrabo. Za prebivalce, ki živijo dolvodno od pregrade, smo pripravili navodila, kako ravnati v primeru izjemnih razmer ali morebitnih poškodb pregrade.

Identifikacija pregrad strateškega pomena

Pri razvrščanju pregrad in jezov sta v Sloveniji v uporabi dve uradni evidenci. Prva je evidenca Ministrstva za kmetijstvo in okolje, objavljena v Seznamu obstoječe vodne infrastrukture (Ur. l. RS št. 63/2006) z dopolnitvijo Dopolnitev seznama obstoječe vodne infrastrukture (Ur. l. RS št. 96/2006). Tako Seznam kot njegova dopolnitev obsegata vodnogospodarske objekte in naprave v splošni rabi, ki so po 190. členu Zakona o vodah opredeljeni kot vodna infrastruktura.

Druga evidenca je evidenca velikih pregrad, ki jo vodi Slovenski nacionalni komite za velike pregrade in v kateri so zajete vse pregrade, ki se po merilih ICOLD uvrščajo med velike pregrade, ne glede na njihov namen oziroma rabo (slika 2). Pri pripravi nabora je bila upoštevana tako stara ICOLD-ova klasifikacija kot novejša iz leta 2011, pri čemer je bilo vedno odločilno strožje merilo.

Združen nabor obeh evidenc smo dopolnili s pregradami, ki sicer izhodiščnih meril (klasifikacije ICOLD) ne izpolnjujejo, vendar so po katerem od meril in smernic za pripravo naloge v okviru projekta VODPREG kritične. Tako smo upoštevali velikost pregrade oziroma velikost zadrževalnika (slika 3); upoštevali smo tudi stopnjo tveganja za prebivalstvo, okolico ali drugo pomembnejšo infrastrukturo (AC, železnica, pomembnejše prometne povezave, objekti ali prostori, kjer se lahko hkrati zadržuje večje število ljudi) in posebne pogoje izvedbe ali temeljenja.



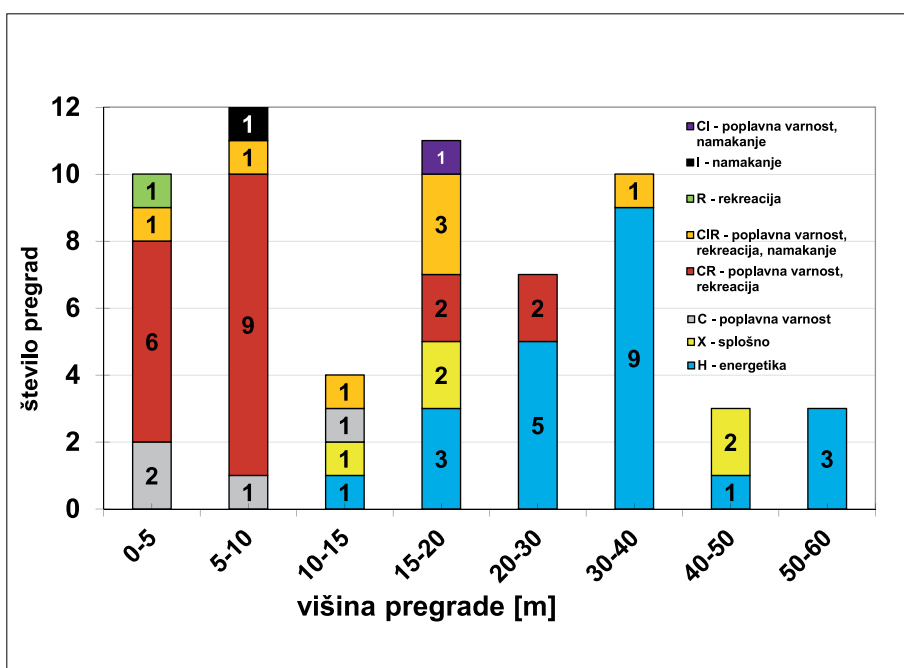
Slika 1: Pregled pregrad in jezov v Sloveniji
 Figure 1: Overview of dams in Slovenia.

Po začetku projekta smo v nabor uvrstili še rudniške pregrade in pregrade za zadrževanje proda, ki so izpuščene iz večine drugih evidenc. Njihovo vzdrževanje, obratovanje in opazovanje je zakonodajno precej slabo urejeno, prav tako nimajo tudi nikakršnih drugih podlag za zagotavljanje varnega delovanja, na primer poslovnika ali pravilnika za obratovanje.

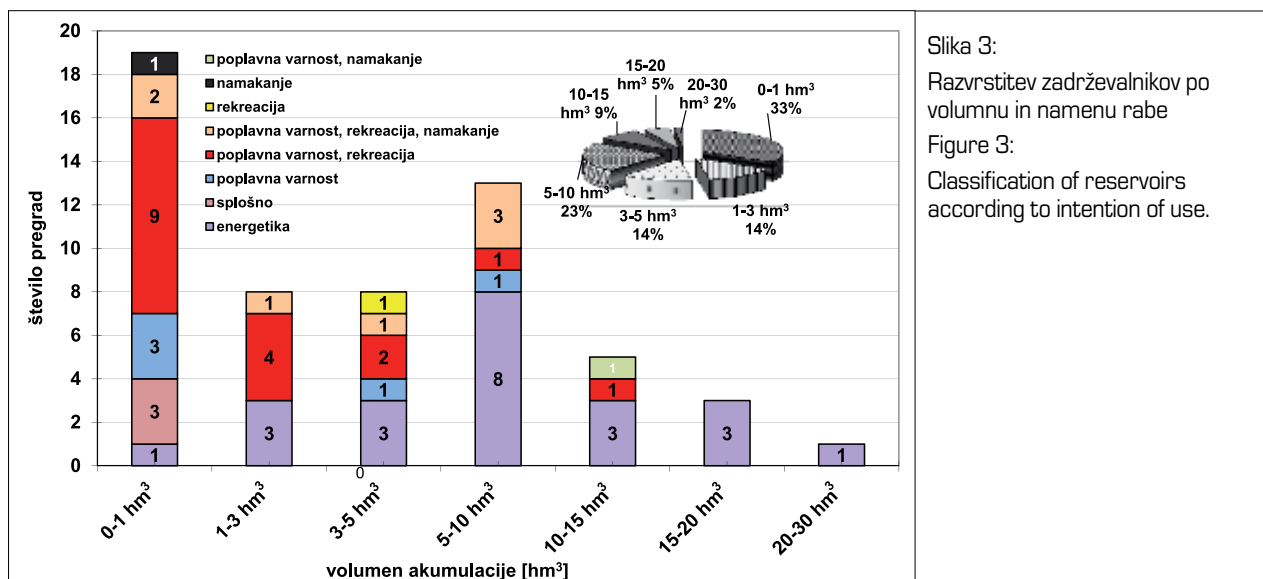
Pregled stanja in opredelitev najbolj problematičnih vodnogospodarskih pregrad in akumulacij

Lokacija pregrad je bila vnesena tudi v aplikacijo GIS Ujme, od koder je prek interaktivne karte mogoč dostop do osnovnih podatkov o posameznih pregradah, pa tudi do poročil o opravljenih pregledih (slika 4).

Pregled stanja je obsegal pregled razpoložljive dokumentacije (projektov, obratovalne dokumentacije, načrtov zaščite in reševanja ipd.) in terenski ogled posamičnih pregradnih objektov, pri čemer smo opravili vizualni pregled



Slika 2:
 Razvrstitev pregrad po višini
 Figure 2:
 Classification of dams according to their height.



Slika 3:
Razvrstitev zadrževalnikov po volumnu in namenu rabe
Figure 3:
Classification of reservoirs according to intention of use.

SPLOŠNI PODATKI		HIDROLOŠKI PODATKI	
IME PREGRADE: PRISTAVA		Prispevna površina [km²]: 152,9 Srednje letne padavine [mm]: ni podatka	
Lokacija GK: X = 158181 Y = 559016		Min. zabeleženi pretok [m³/s] ni podatka Maks. zabeleženi pretok [m³/s] ni podatka	
Lokacija ETRS: X = 158666 Y = 558647		Srednji letni pretok [m³/s] 2,08 Letni volumen odtoka [m³] 65.595	
Porečje: Drava		Pretok Q100 [m³/s] 116 Pretok Q10000 [m³/s] ni podatka	
Vodotok: Pesnica			
Akumulacija: Pristava			
Tip zadrževalnika: mokri		Tip pregrade: TE Leto izgradnje: 1969	
Projektirana raba: VV, R		Višina pregrade [m]: 4,3 Dolžina pregrade [m]: 1086	
Dejanska raba: VV, R		Tip preliva: L/V Temeljna tla: S	
Upravljaavec: MKO, ARSO, MB		Kota preliva [m]: 241,75 Tesnjenje: HE	
Koncesionar: VGP Mb		Kapaciteta preliva [m³/s]: 86 Kota dna temelja: 240	
PODATKI O AKUMULACIJI		PODATKI O DOKUMENTACIJI	
Obratovalna kota [m]: 242,1	Stalni volumen [1000 m³]: 560	Projektna dokumentacija: da	Projekt porušitve pregrade: ne
Min. obratovalna kota [m]: 240,9	Visokovodni volumen [1000 m³]: 400	Lokacijska dokumentacija: ne	Obratovalni dnevnik: ne
Maks. obratovalna kota [m]: 243,34	Skupni volumen [1000 m³]: 950	Zapisnik o prvi polnitvi: ne	Poročila o tehničnem opazovanju: ne
Ekstremna kota [m]: 243,34	Maks. volumen [1000 m³]: 950	Uporabno dovoljenje: ne	Načrt upravljanja: ne
Min. vodna površina [ha]: 28	Maks. vodna površina [ha]: 34	Obratovalni pravilnik: da	Načrt zaščite in reševanja pri poružitvi: ne
		Projekt tehničnega opazovanja: ne	Podatki o oznaki konture porušnega vala: ne
Slika 4: Osebna izkaznica pregrade			
Figure 4: Dam's ID.			

objekta, ki je vključeval pregled pregrade in pripadajočih objektov, pregled strojne in elektro opreme, pa tudi podvodni, potapljaški pregled (slika 5).

Za vsako pregrado smo na podlagi pregledane dokumentacije in opravljenih terenskih pregledov pripravili sintezno poročilo, ki je vključevalo:

- nabor osnovnih tehničnih podatkov o pregradi, zadrževalniku, namenu uporabe, upravljavcu, izvajalcu, obratovalnih pogojih itn.,
- seznam razpoložljive dokumentacije: projektne in obratovalne dokumentacije, dokumentacije o rednem opazovanju, pregledih in izvedenih vzdrževalnih delih in sanacijah,



Slika 5:
Potapljaški pregledi –
evidentiranje stanja objektov
Figure 5:
Diving inspections – recording
the state of objects.

- podatke o projektu porušitve: metodologiji računa, točnosti vhodnih podatkov itn.,
- poročilo o opravljenem terenskem in potapljaškem pregledu objekta ter pregledu pripadajoče opreme, ki je zajelo opis stanja objekta, opredelitev pojava glavnih degradacijskih procesov na objektih, pregled rezultatov redno izvajane opazovanja in izvedenih vzdrževalnih del, kakovostno presojo globalnega stanja pregrade in predloge ukrepov za izboljšanje varnosti pregrade.

Na podlagi pregledane dokumentacije in terenskih pregledov smo prišli do ugotovitev, ki se nanašajo tako na dokumentacijo kot na stanje objektov.

Pri pregledu dostopne dokumentacije o pregradah smo lahko ugotovili, da je arhiviranje, zlasti pri starejših objektih, pogosto opravljeno površno in nesistematično. Dokumenti o objektu so pomanjkljivi in razpršeni. V njih pogosto prihaja do nedoslednosti, saj se v različnih obdobjih pojavljajo različni, nasprotujoči ali celo napačni podatki.

Razmeroma ugodne so ugotovitve o stanju objektov. Večina objektov je v sprejemljivem (obratovalnem) stanju, kar je seveda zelo odvisno od upravljavca in sredstev, namenjenih za vzdrževanje. Nekateri objekti pa delujejo na meji varnih obratovalnih razmer. Pogosto so to pregrade, ki so med obratovanjem dobile še drugo namembnost, kar lahko vpliva na stanje objekta in na pogoje obratovanja. V boljšem stanju so objekti, kategorizirani kot velike pregrade, medtem ko je pri manjših in srednjih pregradah več pomanjkljivosti. To izhaja iz strožjih zahtev nacionalne zakonodaje za področje velikih pregrad in pozornosti, ki se jim jo namenja, kar ni samo naša značilnost. Do podobnih ugotovitev so namreč prišli tudi drugod po svetu, na primer na Kitajskem, v ZDA, Avstraliji, na Češkem in še kje.

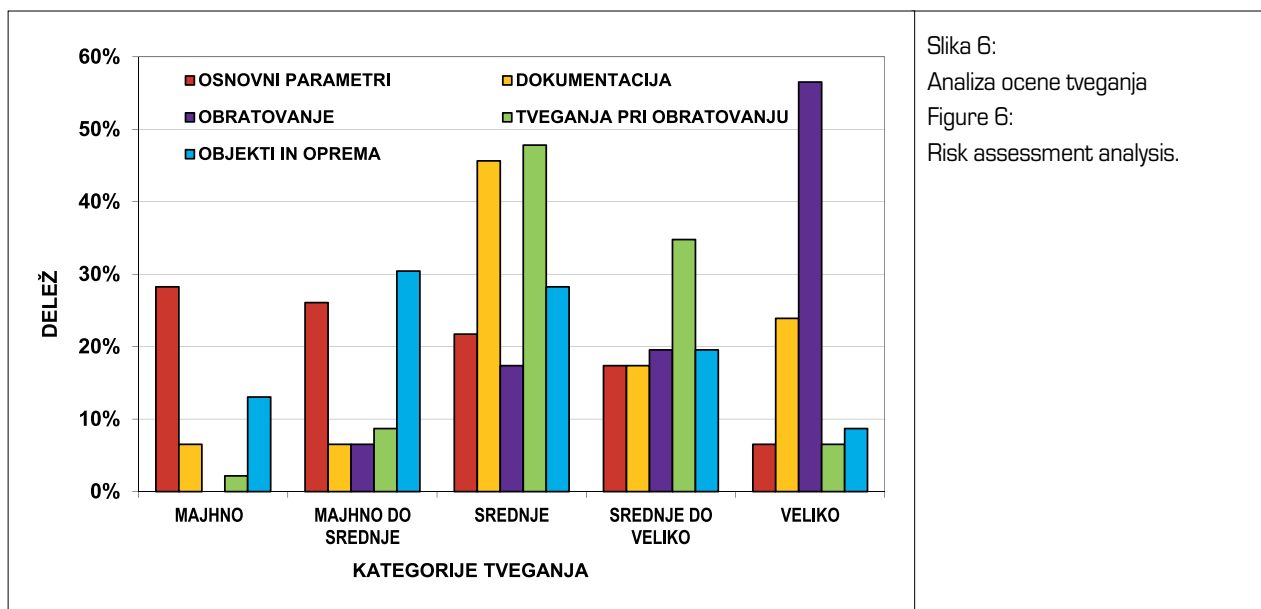
Redno opazovanje se praviloma izvaja v omejenem obsegu, ponekod ostaja skrženo le na spremljanje oblikov-

nih karakteristik ali na izvedbo geotehničnih meritev, kar pa ne zadostuje za celovit nadzor nad stanjem pregrade. Tudi izsledki meritev so pomanjkljivo obdelani, saj se opravi le splošna zaključna interpretacija rezultatov in ne celostna analiza, ki bi vsebovala kompleksno oceno stanja in odziva pregrade. Praktično na nobeni izmed obravnavanih pregrad ni vzpostavljen obratovalni monitoring ali monitoring ključnih karakteristik, namenjen alarmiranju.

Za vse velike pregrade so bile opravljene analize porušitve, toda zaradi zastarelosti metod izračunavanja in sprememb, ki so se od izgradnje zgodile v vplivnem območju, bi jih bilo treba posodobiti. Računi so bili pripravljani za šestnajst pregrad, vendar so bili, razen za dve izmed pregrad, opravljeni pred letom 1990 in bi zato potrebovali dopolnitev ali obnovitev (z natančnejšo računsko metodo na natančnejših topografskih podatkih terena in z upoštevanjem spremenjenih razmer v poplavnem območju). V večini primerov ni bil upoštevan ustrezen način porušitve (skladen s predlogom Navodila 1996), saj so domneve temeljile na hipni porušitvi, prav tako ni bil upoštevan vpliv pregrad, ki so zgrajene v nizu. Prav tako so pogosto nepravilno opredeljeni začetni pretoki, v računu pa so zajeta premajhna območja dolvodno od pregrade. Pomanjkljivo je pogosto prikazana tudi situacija z vrisanimi poplavnimi območji, v nekaterih primerih pa med rezultati manjkajo časovne serije gladin v pomembnejših (karakterističnih) dolinskih prerezih.

Analiza groženj in ocena tveganja

Prepoznavanje tveganja in pravilno postavljanje prioritet je bistveno za izvajanje politike varnosti. Dosledno izvajanje pa je ključno za zmanjšanje tveganja in – v izjemnih primerih – omejitve škoda.

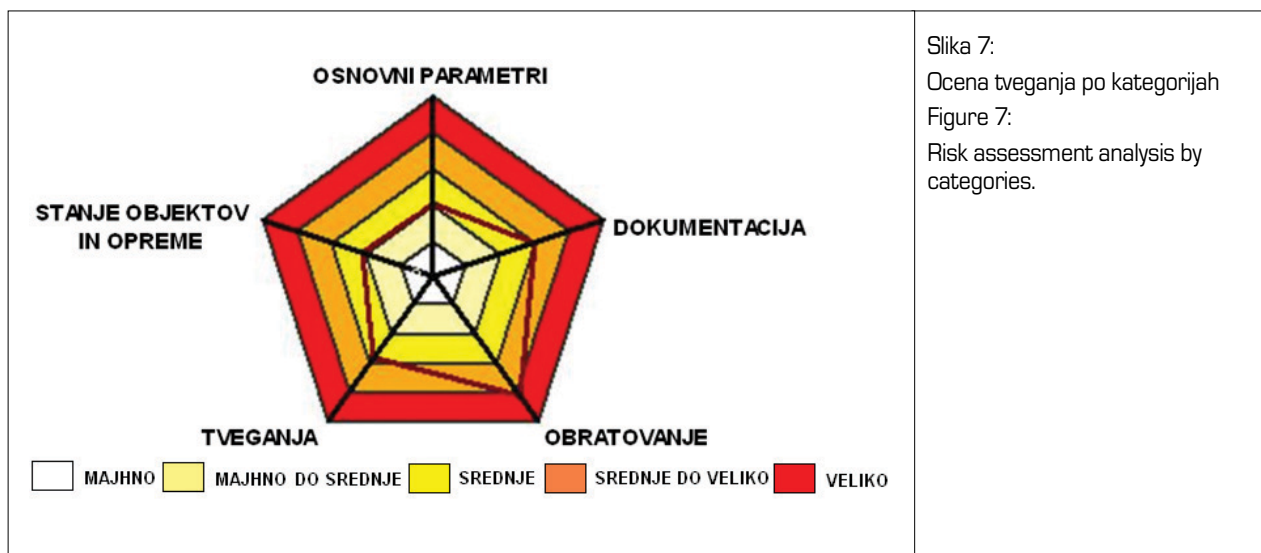


Slika 6:
 Analiza ocene tveganja
 Figure 6:
 Risk assessment analysis.

V svetu je razvitih več metod (Bowles s sodelavci, Escuder s sodelavci in druge), po katerih je mogoče predvideti, kolikšno tveganje pomeni pregrada za okolje. Večina teh metod temelji na zadostnih nizih meril in podatkov, s katerimi je mogoče opredeliti ključne karakteristike objekta (vgrajeni materiali, postopki gradnje ipd.), karakteristike prostora, v katerega je umeščen (hidrološke količine, poznavanje karakteristik temeljnih tal ipd.), in odzivanje oziroma delovanje pregrade v daljšem časovnem intervalu. Zadovoljivi nizi podatkov so znani le za nekaj slovenskih pregrad, večinoma pa so pomanjkljivi (na nekaterih pregradah se je tehnično opazovanje po gradnji opustilo) in v veliko primerih zaradi vprašljive kakovosti, natančnosti in zanesljivosti tudi neprimerljivi podatki. Po končanem pregledu dostopne dokumentacije smo ugotovili, da za večino naših pregrad lahko opravimo le kvalitativno oceno tveganja, saj zaradi pomanjkanja primerljivih podatkov kvantitativne ocene ni mogoče pripraviti.

Da bi primerjavo in razvrščanje kljub temu lahko izvedli, smo v sklopu projekta razvili metodologijo vrednotenja

pregrad, ki temelji na izkušnjah avtorjev projekta. Z njo je bilo mogoče opraviti primerjavo objektov z različnimi nizi in različno zanesljivostjo podatkov po relevanci stopnje tveganja glede na zatečeno stanje na približno enakih strokovnih podlagah. Ocena je temeljila na vrednotenju tistih parametrov, ki najbolj povzemajo škodni potencial, hkrati pa karakterizirajo vpliv na končno zagotavljanje varnega obratovanja in organizacijo čim bolj učinkovitega ukrepanja v primeru najhujšega. Mednje spadajo osnovni parametri pregrad (višina, akumulacija, pretok ...) in razpoložljivost dokumentacije (tako projektne dokumentacije kot podatkov o obratovanju, porušitvi, protokolih obveščanja in alarmiranja). Pomembni so tudi obratovalni parametri (namen objekta, izvajanje monitoringov, sistem alarmiranja) in parametri tveganja pri obratovanju (porušitev, nadzor, zasnova, upravljanje ...), ne nazadnje pa tudi stanje objektov in opreme (pregrade, evakuacijski objekti, elektro oprema, hidromehanska oprema ...). Vse to smo ocenjevali po tristopenjski lestvici, pri čemer smo določili, ali je vpliv določenega parametra na končno tveganje velik (1), srednji (2) ali majhen (3). Vrednotenje



Slika 7:
 Ocena tveganja po kategorijah
 Figure 7:
 Risk assessment analysis by categories.

je temeljilo na subjektivni oceni presojevalcev, vendar je bilo sprejeto na podlagi poznanih dejstev o obravnavanih objektih, na podlagi ugotovitev predhodnih faz, pa tudi na podlagi izkušenj in usposobljenosti strokovne ekipe presojevalcev. Treba je tudi poudariti, da vrednotenje velja le za obravnavane objekte.

Analiza rezultatov ocene tveganja je pokazala, da se 98 odstotkov vseh analiziranih objektov razvršča med objekte srednjega, srednjega do velikega in velikega tveganja, pri čemer je težišče porazdelitve na intervalu srednjega do velikega tveganja (slika 6).

Zaključna analiza je potrdila ugotovitev, da pri zatečenem stanju na končno oceno najbolj vplivajo obratovalni parametri (visoko tveganje), ki jim sledijo podatki o razpoložljivosti dokumentacije in tveganja pri obratovanju (srednje do veliko), podatki o stanju objektov in opreme (srednje) in parametri pregrad (majhno do srednje) (slika 7).

Slabšo oceno si je večina objektov prislužila zaradi neurejenosti projektne in obratovalne dokumentacije, nerednega vzdrževanja objektov ter neizvajanja rednega monitoringa. Omenjene pomanjkljivosti so največkrat posledica neurejenih lastniško-pravnih razmerij med lastnikom (državo) in upravljavcem objektov (koncesionar), pa tudi zaradi premajhnega posluha lastnika za problematiko varnosti pregrad in ne nazadnje zaradi dejstva, da nekateri objekti, kritični s stališča varnosti, še niso prevzeti in predani v upravljanje.

Reševanje teh težav je največkrat bolj organizacijske kot tehnične narave. Lahko jih odpravimo s sorazmerno obvladljivimi ukrepi; pogosto je dovolj že ažuriranje pravilnikov, na katerih temelji nadzor nad stanjem pregrade, poleg tega pa še redno vzdrževanje in nadzor relevantnih parametrov, vzpostavitev protokolov obveščanja in podobno. Z izvajanjem vsega naštetega se bistveno zmanjša stopnja tveganja, ki ga pregrada predstavlja za okolico.

Ukrepi za izboljšanje varnosti in postopki v izjemnih razmerah

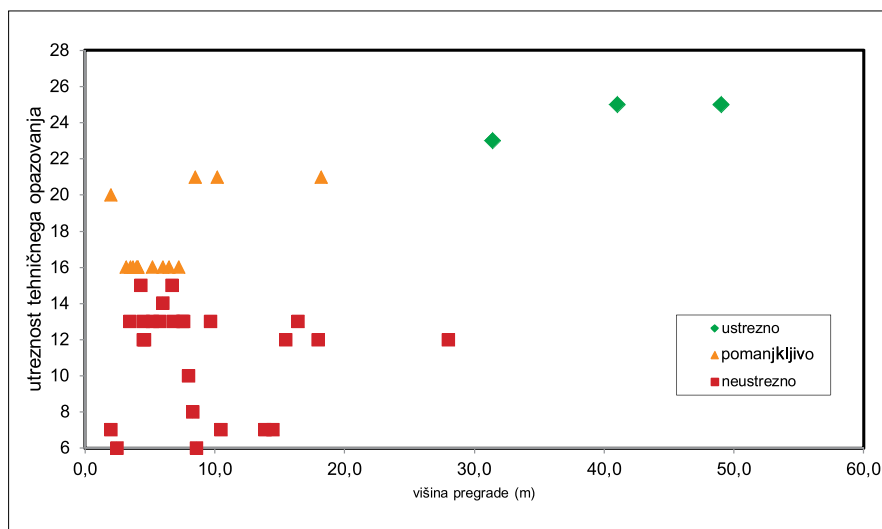
Strokovna javnost po svetu se strinja, da lahko varnost pregrad strnemo v štiri sklope:

- strukturna varnost,
- monitoring za zagotavljanje varnosti pregrad,
- obratovalna varnost,
- načrtovanje zaščite in reševanja oziroma ukrepanje v izrednih razmerah.

Pregrade so del okolja. Vanj posežejo že med gradnjo in se z leti bolj ali manj zlijejo z okolico in postanejo njen del. Okolice pa pomeni tudi prebivalstvo, ki je prisiljeno sobivati z novim objektom, zato je z obratovalno varnostjo, zaščito in ukrepanjem v morebitnih izrednih razmerah tesno povezana tudi varnost prebivalstva in koristnikov pregrade.

V fazi obratovanja lahko na varnost pregrade vplivamo le v omejenem obsegu, zato pa je toliko bolj pomembno, da je ukrepanje pravočasno in ustrezno. Čeprav se zdi meja med normalnim obratovanjem in ukrepanjem ob izjemnih dogodkih jasna, pa se v realnih razmerah precej zabriše. Če na osnovne parametre (višina pregrade, velikost akumulacije ipd.) v fazi eksploatacije težko vplivamo, saj so že za manjša izboljšanja karakteristik objekta in okolice potrebna znatna finančna sredstva, pa je mogoče s primerno urejeno dokumentacijo (projektno, gradbeno in obratovalno), rednim vzdrževanjem, opazovanjem in ustreznim obratovanjem (skladno z namenom in stanjem objekta) ter s pravočasno sanacijo poškodb močno vplivati na generalno stanje objekta. Ne nazadnje vse to vpliva tudi na njegovo življenjsko dobo. S primerno ozaveščenostjo okolice in dobro organizacijo ukrepanja v primeru najhujšega (porušitev ali okvara) je mogoče zmanjšati škodo in omejiti posledice tudi ob izjemnih dogodkih.

Na podlagi predhodno pridobljenih podatkov o pregradah (dokumentacija, pregled stanja pregrad, pregled analiz



Slika 8:
Ocena ustreznosti tehničnega opazovanja pregrad
Figure 8:
Assessment of the adequacy of the monitoring performed on dams.

Parametri	Velike pregrade	Druge pregrade	Delež celotne investicije
Podlage	1.584.720,00 EUR		12 %
	1.177.320,00 EUR	407.400,00 EUR	
	74 %	26 %	
Ureditev dokumentacije	168.000,00 EUR		1 %
	93.000,00 EUR	75.000,00	
	55 %	45 %	
Monitoring	1.274.825,00 EUR		9 %
	1.044.175,00 EUR	230.650,00 EUR	
	82 %	18 %	
Ukrepi na telesu pregrade	7.295.950,00 EUR		54 %
	5.111.350,00 EUR	2.184.600,00 EUR	
	70 %	30 %	
Ukrepi na betonskih in zidanih objektih	1.400.800,00 EUR		10 %
	900.400,00 EUR	500.400,00 EUR	
	64 %	36 %	
Akumulacija	1.858.000,00 EUR		14 %
	350.000,00 EUR	1.508.000,00 EUR	
	19 %	81 %	
Skupaj	13.582.295,00 EUR		100 %
	8.676.245,00 EUR	4.906.050,00 EUR	
	64 %	36 %	
Preglednica 1: Struktura investicij po postavkah za sanacijo objektov Table 1: Overview of investments needed for rehabilitation of dams by types of necessary interventions.			

porušitev ipd.) smo v okviru projekta VODPREG opravili razvrstitev tistih objektov, na katerih bi bilo treba izvajati monitoring. Hkrati smo tudi ocenili, kateri in kako nujni sanacijski ukrepi bi bili na obravnavanih pregradah potrebni, in opredelili tiste negradbene aktivnosti in ukrepe, ki bi zagotovili večjo varnost koristnikov pregrade in prebivalcev v njenem vplivnem območju.

Tehnično opazovanje – monitoring

Z vidika tehničnega opazovanja smo ustreznost pregrad ocenjevali na podlagi določil, ki jih za pregrade postavlja Evropski standard SIST EN 1997-1:2005 (Evrokod 7 - Geotehnično projektiranje). Ta določa, da se na objektih te vrste izvaja nabor – glede na projekt – smiselnih aktivnosti. Tako zahteva nadzor nad potekom in izvedbo gradnje, tehnično opazovanje med obratovanjem in zagotavljanje ustreznega kondicijskega stanja objektov. Seveda je po tem standardu rezultate meritev, pridobljene v okviru tehničnega opazovanja, treba še analizirati in ustrezno interpretirati.

Zaradi majhnega vzorca primerljivih podatkov smo stanje ocenili na podlagi podatkov tehničnega opazovanja, ki je bilo opravljeno leta 2012. Pri rangiranju smo upoštevali bistvene parametre, tako ustreznost dokumentacije o tehničnem opazovanju glede na zahteve EC-7, ustreznost in pogostnost opazovanja, izvedenega v letu 2012,

natančnost izvedenih meritev ali pregledov, urejenost in preglednost poročil ali zapisov o meritvah in pregledih ter izvajanje analiz rezultatov meritev.

Po zaključku vrednotenja je bilo ugotovljeno, da praktično nobena izmed pregrad nima popolnoma ustreznega tehničnega opazovanja, medtem ko je neustrezna ocena vzpostavljenega sistema opazovanja oziroma spremljanja primerna za dvajset objektov, in sicer predvsem zaradi pomanjkanja zapisov o stanju. Opazovanje največjih zemeljskih pregrad (v kategoriji velikih pregrad po ICOLD-ovi delitvi) je precej dobro organizirano, vendar ga je kljub temu treba še dopolniti. Na preostalih pregradah bi morali tehnično opazovanje izboljšati, ponekod celo šele vzpostaviti. Glavna pomanjkljivost, ki smo jo v okviru projekta VODPREG izpostavili, je, da rezultatov opazovanj ne zbiramo in vrednotimo na nacionalni ravni (slika 8).

Strukturni in z njimi neposredno vezani ukrepi

Ob koncu že predstavljenih postopkov se je pokazalo, da so strukturni in sanacijski ukrepi potrebni praktično na vseh pregradah. Projektna naloga je sicer predvidevala prednostno obravnavo najbolj tveganih pregrad, toda glede na dejstvo, da so sanacije potrebne bolj ali manj povsod, smo pri snovanju nabora nujnih ukrepov upoštevali razvrstitev po predhodno prikazani metodologiji analize tveganja.

Glede na naravo sanacijskih posegov smo jih razvrstili v šest glavnih skupin, ki jih je v različnih kombinacijah treba upoštevati pri vseh pregradah (preglednica 1). Pri tem mislimo na ureditev projektnih podlag (hidrološke, statične in dinamične analize, analize porušitev in namembnosti), na ureditev dokumentacije (arhiv, obratovalni pravilnik, načrt zaščite in reševanja, mapa pregrade), monitoring (tehnični in seizmološki), na ukrepe na telesu pregrade (sanacije drenaž, tesnitve, površinski ukrepi, itn.), na ukrepe na spremljajočih objektih (prelivi, izpusti, zajetja ...) in na ukrepe v akumulaciji (vzdrževanje brežin in akumulacijskega prostora, čiščenje naplavin itn.).

Skupni finančni obseg predlaganih sanacijskih posegov znaša približno 13,6 milijona evrov. Od te vsote je 12 % potrebnih za ureditev strokovnih in tehničnih podlag, 1 % za ureditev dokumentacije, 9 % za vzpostavitev ali izboljšavo sistemov monitoringa, 54 % za posege na telesih pregrad, 10 % za posege na betonskih in zidanih objektih ter 14 % za posege v akumulacijah in dolvodnem prostoru. Seveda je treba poudariti, da gre za zelo grobe ocene nujnih osnovnih posegov, zato lahko pričakujemo, da utegnejo biti dejanske vrednosti tudi do 30 % višje.

Velika večina navedenih stroškov odpade na šest večjih objektov (velike pregrade po razširjeni definiciji ICOLD), pri čemer posameznemu objektu pripada več kot 0,5 milijonski vložek. Potrebna sredstva za velike pregrade znašajo skupno 8,7 milijona evrov oziroma 64 % celotne vsote. Po osnovnih postavkah bi velike pregrade za pripravo tehničnih podlag zajele 74 % vseh za to postavko potrebnih sredstev, za pripravo projektne dokumentacije 55 %, za monitoring 82 %, za ukrepe na telesih pregrad 70 %, za ukrepe na spremljajočih objektih 64 % in za ukrepe v akumulacijah 19 % tej postavki namenjenih sredstev.

Obratovalna varnost in ukrepanje v izjemnih razmerah

Načrtovanje varnosti pregrade se, kot smo že omenili, začne v fazi snovanja, skrb za varnost pa naj bi trajala vso njeno življenjsko dobo. Toda o kontinuirani skrbi od načrtovanja naprej bi lahko govorili le pri nekaj osamljenih primerih slovenskih pregrad. Lahko celo trdimo, da se vzdrževalci v večino objektov srečajo šele, ko so že zgrajeni. Največkrat so postavljeni pred nekakšno črno škatlo, saj ne poznajo vseh karakteristik, posebnosti, prednosti in pomanjkljivosti določenega objekta. Kljub temu pa je mogoče z ustreznim izvajanjem politike zagotavljanja varnosti med obratovanjem, torej z ustrežno skrbjo za varnost objekta in varnost prebivalstva, tveganje močno zmanjšati.

V fazi obratovanja in izkoriščanja pregrade se v proces vzdrževanja in obratovanja pregrade vključijo:

- država - vlada - ministrstva,
- upravljavec ali lastnik pregrade,
- vzdrževalec pregrade,

- koristniki pregrade (stalni obiskovalci pregrade, naključni obiskovalci pregrade, ribiči, rekreativci, kmetje itn.),
- ostali deležniki v prostoru,
- organi lokalne skupnosti, pristojni za zaščito in reševanje.

Ker v Sloveniji ni neodvisne nadzorne institucije, ki bi bdela nad varnostjo pregrad in njihovim ustreznim delovanjem, je še toliko bolj pomembno, da vsi akterji, povezani z njeno eksploatacijo, poznajo in razumejo svojo vlogo. Predvsem morajo biti dobro seznanjeni s svojimi zadolžitvami in posledicami, ki jih lahko povzročijo opustitev izvajanja nalog.

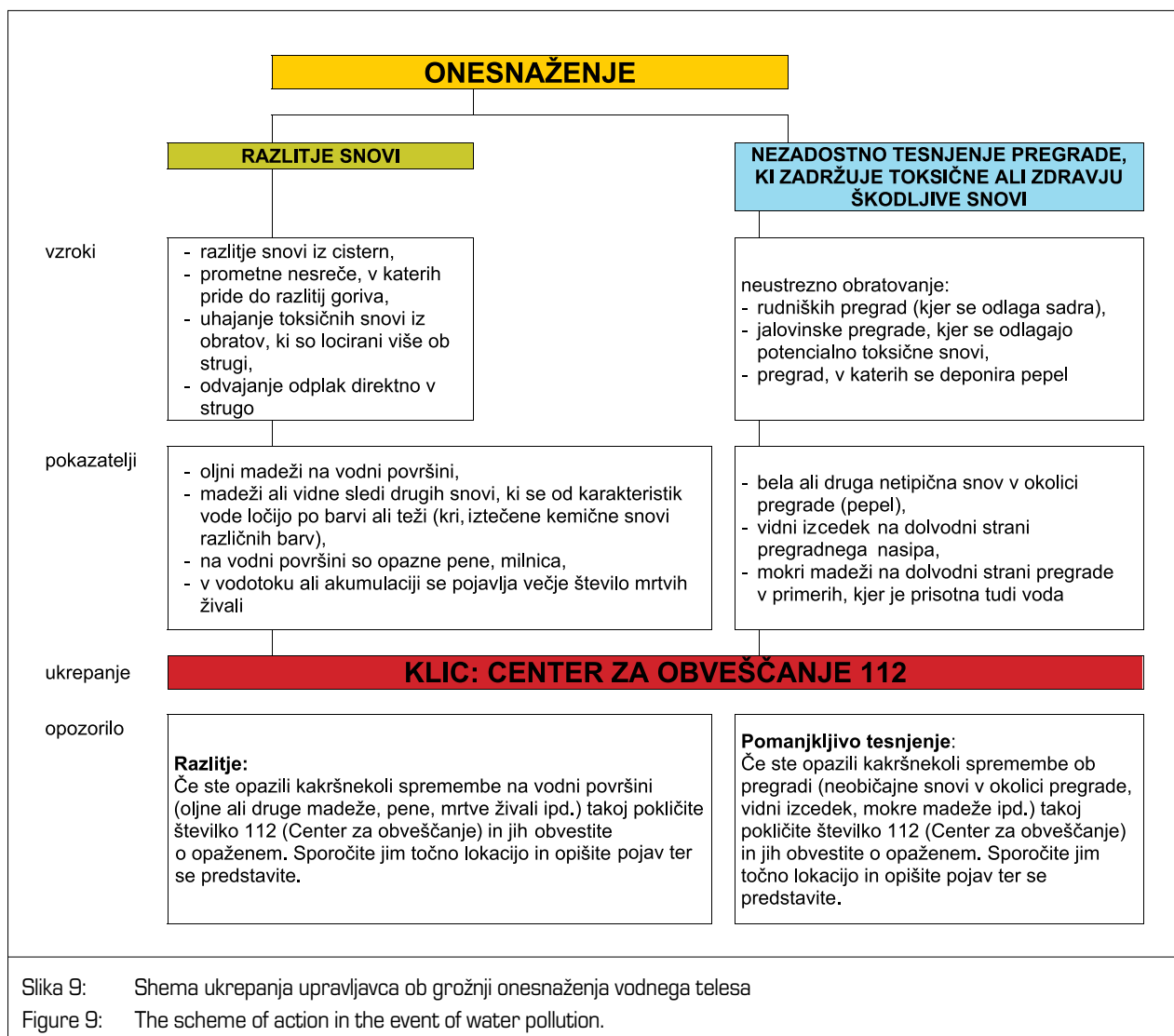
Dojemanje in prepoznavanje problematike zagotavljanja ustreznega in varnega obratovanja pregrade je pri vsakem od udeležencev različno, saj vsak od njih gleda na pregrado drugače; vsak od njih vidi predvsem svojo vlogo in svoje interese pri njenem izkoriščanju.

Organizacija slovenske zakonodaje (ki zakonov hierarhično ne razvršča) pogosto ne daje dovolj trdne podlage za prednostno razvrstitev vseh zahtev, ki se nanašajo na varno obratovanje pregrade in zagotavljanje varnosti njenih uporabnikov. Prav zato je nujna jasna razvrstitev ciljev, ki mora biti opredeljena tudi s poslovnikom za obratovanje in vzdrževanje pregrade. Z njim je treba seznaniti vse deležnike pregrade in akumulacije, pa tudi deležnike prostora ob njej. Seznanjeni morajo biti tudi z ureditvijo delovanja, torej vzdrževanja, pravilnega obratovanja, z monitoringom in zavarovanjem objekta zaradi preprečitve nepravilne uporabe. Pri tem je treba poudariti predvsem pomembnost ozaveščanja deležnikov prostora.

V sklopu projekta VODPREG smo se dotaknili tudi varnega obratovanja, alarmiranja in ukrepanja ter obveščanja prebivalstva ob izjemnih dogodkih. Pri tem smo, poleg druge dokumentacije, natančno preučili pravilnike ali poslovnike za obratovanje in vzdrževanje ter načrte zaščite in reševanja (v nekaterih primerih načrte obrambe pred poplavami). Ocenili smo njihovo ustreznost glede na trenutno stanje.

Naše ocene temeljijo na ustreznosti številnih parametrov: pregledali smo ažurnost pravilnikov oziroma poslovnikov za obratovanje in vzdrževanje (skladnost potrjenega pravilnika oziroma poslovnika s trenutnim stanjem), ocenili ustreznost opredelitev vseh oziroma glavnih obratovalnih situacij (opis nastopa dogodka, mejni vodostaji ipd.), ustreznost opredelitev protokolov ukrepanja za vse glavne obratovalne situacije (opis aktivnosti in ukrepanja, ki ga opravi vzdrževalec, upravljavec, drugi), se seznanili z možnostmi nadzora stanja objekta in s sistemom za alarmiranje prebivalstva in ocenili usklajenost načrta zaščite in reševanja, ki ga je pripravil upravljavec oziroma lastnik pregrade z načrtom zaščite in reševanja lokalne skupnosti (v smislu pokrivanja vseh normalnih in izjemnih obratovalnih situacij, jasnosti protokolov ukrepanja in zadolžitev v posamičnih fazah).

Pregled dostopne dokumentacije je pokazal, da za 16 od skupno 46 pregrad ni na voljo ustrezne obratovalne



dokumentacije, prav tako ne načrtov zaščite in reševanja, s katerimi bi zadovoljivo opredelili obratovanje v izjemnih okoliščinah. Večinoma gre sicer za manjše objekte, ugrezninska jezera ali prodne pregrade, za katere tudi pogoji načrtovanja niso tako strogi. Popolno obratovalno dokumentacijo in v celoti pripravljen načrt zaščite in reševanja (tako pri upravljavcu kot pri Civilni zaščiti) ima le šest objektov. Za dvajset objektov smo ugotovili, da imajo oblikovan ustrezen pravilnik oziroma poslovnik za obratovanje, ki ažurno povzema stanje pregrade in s tem vsaj podlaga za ukrepanje v kritičnih razmerah.

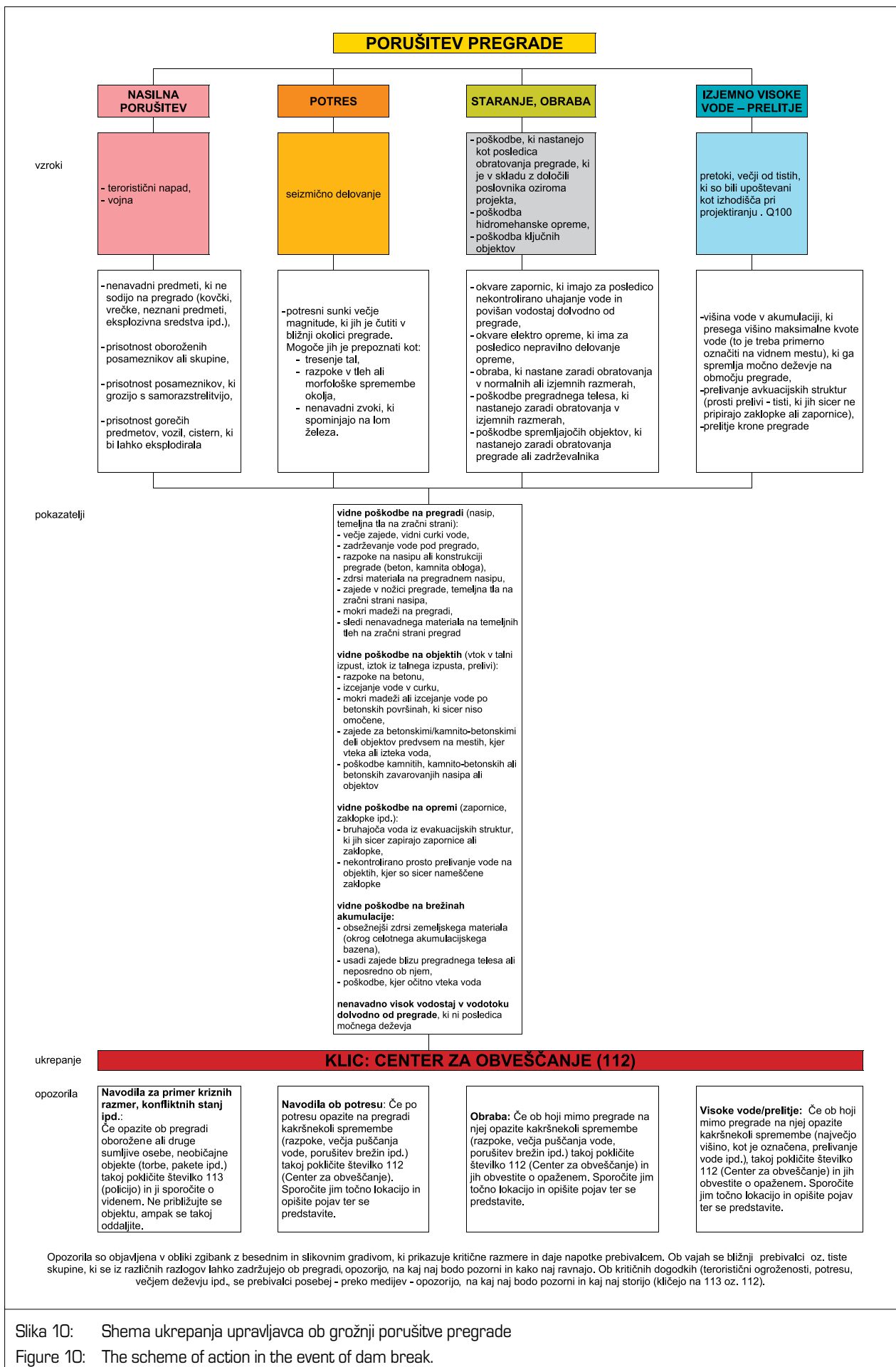
Priprava navodil za ukrepanje prebivalstva

V zaključku projekta smo predlagali nabor organizacijskih ukrepov, s katerimi je mogoče zagotoviti boljšo varnost objektov in okolice in tako tudi zmanjšanje tveganja, pripravili pa smo tudi delna priporočila za boljšo sistemsko ureditev področja varnosti in pripravljenosti na različne situacije, s katerimi se na pregradah srečujemo od začetkov gradnje naprej.

Organizacijski ukrepi, s katerimi je mogoče izboljšati varnost in pripravljenost

Pri analizi podatkov smo prišli do ugotovitve, da ima le malo pregrad dovolj natančno pokrito in opredeljeno obratovanje v vseh situacijah. Dopolnitve in prilagoditve so potrebni tako poslovnik za obratovanje in vzdrževanje kot tudi nekateri načrti zaščite in reševanja, za nekaj objektov pa bi bilo načrte zaščite in reševanje treba še pripraviti, čeprav ne izpolnjujejo kriterijev velikih pregrad, saj zaradi bližine naselij pomenijo veliko grožnjo za prebivalstvo. Oba dokumenta bi morala (skupaj ali ločeno) določiti protokole ukrepanja v normalnih in izjemnih razmerah (slika 10). Toda v veljavnih načrtih zaščite in reševanja je skladno z zakonodajo obdelana le rušitev pregrade. Glede na posebnosti zasnove obravnavanih pregrad pa bi morali predvideti tudi druge situacije, na primer poplave ali nekontroliran izpust (slika 9).

Nekoliko utopično bi bilo pričakovati, da bodo načrti zaščite in reševanja narejeni za čisto vse pregrade – ne nazadnje to v nekaterih primerih niti ni nujno potrebno – vendar bi morali v takih primerih problematiko zagotavlja-



Slika 10: Shema ukrepanja upravljavca ob grožnji porušitve pregrade

Figure 10: The scheme of action in the event of dam break.

nja varnosti (obveščanje in ukrepanje v vseh razmerah) ustrezno rešiti na ravni dobro zasnovanega poslovnika, kombiniranega z navodili za ukrepanje prebivalcev.

okolici pomemben dejavnik pri izboljšanju njene varnosti. Prav to sodelovanje lahko namreč nekoliko zapolni vrzeli, nastale zaradi manjše pozornosti, ki je namenjena takim pregradam (primer pregrada A. W. Watkins, ZDA).

Jasni protokoli ukrepanja za upravljavce in vzdrževalce

Lastniki ali upravljavci pregrad so odgovorni za varnost pregrade in tudi za varnost njenih uporabnikov. Nema lokrat se zgodi, da si koristniki pregrad objekt prisvojijo in tako grobo posežejo v zasnovo pregrade, včasih pa celo v njeno delovanje. V projektu smo nakazali smernice za ukrepanje in izboljšanje varnosti tako v času normalnega obratovanja (omejitve dostopov, zavarovanje ključnih delov in drugi ukrepi, ki uporabnike pregrade odvrnejo od škodnega delovanja ali nepravilne rabe) kot v času povečane ogroženosti (pravila ukrepanja v različnih izjemnih razmerah; ta usklajujejo ravni zagotavljanja varnega obratovanja pregrade, preventive, zaščite in reševanja).

Ozaveščenost prebivalcev – navodila za ukrepanje ob izjemni situaciji

Pri srednjih in malih pregradah je lahko prav sodelovanje primerno ozaveščenih deležnikov in prebivalcev v njeni

Sistemske rešitve

Na podlagi pregledane dokumentacije in upoštevajoč dejstvo, da je večina naših pregrad uvrščena med pregrade velikega in srednjega do velikega tveganja, smo pripravili predlog za izboljšanje organizacije zaščite in reševanja. Ta izpostavlja pomen preventivnih ukrepov in izvedbe v praksi, prek katerih se lahko upravljavec vključi v proces zagotavljanja varnosti in s katerimi močno zmanjša verjetnost, da bi do najhujšega sploh prišlo. Okoliško prebivalstvo naj bi bilo v celoten proces vključeno predvsem v smislu obveščenosti (slika 11).

Projekt VODPREG in praksa sta izpostavila neuskklajenost in (pre)slabo komunikacijo med različnimi ravnmi organizacije zaščite in reševanja, pri čemer mislimo zlasti na organiziranost upravljavcev in pripravljenost lokalnih centrov za civilno zaščito. Kot se je izkazalo, morajo upravljavci natančneje opredeliti vsebine načrtov zaščite in reševanja, ki naj bi v večji meri zagotavljali, da do izje-

VODPREG

Prepoznavanje poškodb pregrade ali ključne opreme pri zemeljskih pregradah

PRELITJE PREGRADE

- *višina vode v akumulaciji, ki presega višino maksimalne kote vode, ki jo je potrebno primerno označiti na vidnem mestu in, ki jo spremlja močno deževje na območju pregrade
- *prelivanje evakuacijskih struktur (prosti preliv - tisti, ki jih sicer ne pripravajo zapornice)
- * prelitje krone(vrha) pregrade





PRECEJANJE

***Skozi temelje:**

- zadrževanje vode pod pregrado (luže in mokri madeži ali močno razmeščana tla v nožici so opazni v pasu do nekaj 100m dolvodno od pregrade,)
- madeži materiala, ki se razlikuje od materiala iz katerega je nožica (npr. peščeni madeži, blatni madeži ipd.)
- tipično močvirsko rastje ali rastje, značilno za vlažne predele, v kombinaciji z močno razmeščanimi tlemi

***Skozi telo pregrade**

- mokri madeži na pregradi (sploh v primeru, ko je voda kalna), ki se kažejo kot luže ali močno razmoščena, blatna tla v katera je mogoče brez težav vtisniti roko
- tipično močvirsko rastje ali rastje, značilno za vlažne predele (npr. gobe, trsje, kalužnice ipd.)
- ponori ali močno razmeščana območja (posebno nagnjenih površin) vidni curki vode ali opazno mezenje





Slika (zgoraj): luže z vidnimi vrtinci (označeni z oranžnimi puščicami)

Slika (spodaj): mokri madeži (označeni z rdečo puščico) v povezavi z razmeščanimi tlemi v katera lahko vtisnemo roko

Vir: arhiv Hidrotehnik

Slika 11: Osnutek vsebin ozaveščanja prebivalcev

Figure 11: Draft content for improvement of public awareness.

mnih razmer sploh ne pride, ob izjemnem dogodku pa bi pripomogli k pripravljenosti na ukrepanje v sodelovanju s Civilno zaščito, čeprav je slednje pravzaprav v domeni centrov in sil Civilne zaščite. Zato je poleg natančnejše zakonske ureditve tega področja, ki zahteva predvsem prilagoditve kriterijev za izdelavo načrtov zaščite in reševanja trenutnim razmeram v Sloveniji, uskladitev zakona o prostorskem načrtovanju z zakonom o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami in dopolnitev oziroma izdelavo natančnejše metodologije za pripravo načrtov ter uskladitev vseh tistih, ki se na različnih ravneh vključujejo v zmanjševanje tveganja in posledic ob nastopu najhujšega – porušitve pregrade.

Čeprav morajo po določilih zakonodaje lastniki načrte zaščite in reševanja pripraviti za velike pregrade (torej upoštevajoč predvsem oblikovne parametre), bi morali pri tem upoštevati škodni potencial teh objektov ali ranljivost prostora, v katerem so. V to skupino spadajo vse pregrade, ki bi zaradi bližine naselij ali pomembnejših infrastrukturnih objektov z morebitno porušitvijo ali neustreznim delovanjem utegnile povzročiti človeške žrtve, okoljsko škodo in znatno gospodarsko škodo ali bi lahko povzročile daljše prekinitve pomembnih prometnih povezav in tako otežile dostop in reševanje. Pri takem tveganju moramo vsekakor biti pripravljeni. Za preostale pregrade pa zadoštuje, da problematiko delovanja, ukrepanja, obveščanja in alarmiranja v vseh razmerah (normalnih in izjemnih) obdelamo v pravilnikih za obratovanje in vzdrževanje objekta.

Poleg predlogov za sistemsko ureditev ukrepanja v izjemnih razmerah smo pripravili tudi predloge, ki se ne nanašajo nujno na izjemne, nepredvidene dogodke, lahko pa znatno pripomorejo k zmanjšanju obsega škode s kontroliranimi posegi v prostor. Tako smo menili, da bi morali že pri pripravi državnih in občinskih prostorskih načrtov upoštevati posledice porušitve pregrade. Izrabo prostora je namreč treba prilagoditi karakteristikam pregrad in mogočim posledicam njihovega izjemnega delovanja (omilitveni ukrepi, prilagojena raba ipd.) in vsebin, namenjenih ozaveščanju prebivalstva ter izboljšanju splošne pripravljenosti na ukrepanje v izjemnih razmerah, s čimer lahko precej pripomoremo k zmanjšanju škode.

Sklepne misli

Pregled pregrad, opravljen v okviru projekta VODPREG, je pokazal, da je kondicijsko stanje zemeljskih pregrad in zadrževalnikov sicer zadovoljivo, vendar je na več pregradah treba opraviti nekaj večjih sanacijskih del. Slabše stanje nekaterih objektov je največkrat posledica neurejenih lastniških razmerij, pa tudi omejenih sredstev za vzdrževanje, slabih projektantskih rešitev, preslabega poznavanja stanja objekta (manjkajoči ključni podatki o objektu, površno ali opuščeno tehnično opazovanje) ter pomanjkljivih izhodišč za varno obratovanje v vseh razmerah (ne-ažurni poslovniki, manjkajoči načrti zaščite in reševanja).

Analiza zbranih podatkov, razpoložljive dokumentacije in ogleda razmer na terenu kaže na premajhno zavedanje o tem, kakšno tveganje predstavljajo pregrade za okolje v odnosu lastnik pregrade–upravljavac–uporabnik, kar se med drugim kaže tudi pri:

- načrtovanju in izrabi prostora, ko novo vzpostavljene karakteristike okolja (po izgradnji pregrade) prepogosto spremlja preveč »drzna« izraba prostora, ki možnosti za nastanek izjemne situacije ne upošteva dovolj;
- ne dovolj natančno definiranih razmerjih lastnik – upravljavec (pri dolžnostih in nalogah tako enega kot drugega in njihovem doslednem izpolnjevanju), kar pripelje do prelaganja odgovornosti;
- odsotnosti celovite systemske rešitve za primerno zagotavljanje varnega obratovanja pregrade ter varnosti objekta in prebivalstva, ki živi v vplivnem območju pregrade, torej v politiki zagotavljanja varnosti pregrade.

V Sloveniji še nismo vpeljali državnega sistema upravljanja vseh pomembnih pregradnih objektov, ki bi zagotavljal preglednost in realno oceno zatečenega dejanskega stanja. Projekt VODPREG bi lahko bil dobra tehnična podlaga za začetek oblikovanja uradne državne evidence pregrad in izhodišča za sistemsko ureditev področja tako s stališča upravljanja kot s stališča organizacije ustreznega nadzora in ukrepanja v primeru najhujšega. Pri tem bi bilo treba izpostaviti:

- nujnost vzpostavitve sistema alarmiranja in obveščanja prebivalstva pri vseh objektih, kjer je s študijo porušitve ugotovljeno, da ta lahko vpliva na varnost dolvodno od objekta, ali če novelacije hidroloških študij kažejo, da bi lahko posledice evakuacije poplavnih voda vplivale na varnost poseljenih območij v vplivnem območju zadrževalnika;
- potrebo po ureditvi in sistematizaciji zakonodaje, ki ureja področje varnosti pregrad;
- potrebo po nadgradnji veljavnega tehničnega opazovanja – opazovanje je treba posodobiti in ob odstopanjih od predvidenih vrednosti naravnati v smeri operativne učinkovitosti in možnosti alarmiranja, s tem pa postaviti v službo hitrejšega in učinkovitejšega ukrepanja;
- nujnost po čimprejšnji ureditvi in formalizaciji razmerij, ki se nanašajo na lastništvo in upravljanje pregrad;
- potrebo po zagotovitvi zadostnih sredstev za vzdrževanje pregrad v Sloveniji (po vzoru hidroenergetskih objektov to pomeni od 1 do 2 odstotka investicijske vrednosti na leto)
- dopolnitev in prilagoditev pravilnikov in načrtov zaščite in reševanja, da bodo dajali zadovoljivo podlago za ukrepanje v vseh razmerah.

Viri in literatura

1. Kako varne so vodne pregrade v Sloveniji, 2013. Delo Znanost, Ljubljana.
2. Kryžanowski A., Širca A., Ravnikar-Turk M., Humar, N., (2013). The VODPREG Project: Creation of Dam Database, Identification of Risks and Preparation of Guidelines for Civil Protection, Warning and Rescue

- Actions, 9th ICOLD EU Club Symposium, Zbornik, Benetke.
3. Ravnikar Turk M., Četina M., Humar N., Kryžanowski A., Polič M., Rajar R., Širca A., Žvanut P., 2012. Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS – VODPREG, Zaključno poročilo, Ljubljana.
 4. Humar, N., Schnabl, S., Kryžanowski, A., 2013. How to manage the dam safety and the risk with a support of Slovenian legislation; 9th ICOLD EU Club Symposium, Zbornik, Benetke.
 5. Varnost pregrad v Sloveniji 2010. Zbornik prispevkov 12. posvetovanja SLOCOLD, Krško.
 6. Humar, N., 2008. Skrb za varnost pregrad in možnost za zmanjšanje tveganja, 19. Mišičev vodarski dan, Zbornik prispevkov, Maribor.
 7. Humar, N., Kryžanowski, A., 2010. Dam Safety Policy in Slovenia, Proceedings of the Medzinarodna odborná konferencia o bezpečnosti vodnih stavieb, Vodohospodarska vystavba, Bratislava.
 8. Kryžanowski, A., Humar, N., 2011. Dam safety in Slovenia, Proceedings: Hydrovision international 2011, Sacramento.
 9. Humar, N., Kryžanowski, A., 2011 Dam safety in Slovenia. Dams - recent experiences on research, design, construction and service, International symposium proceedings, Skopje.
 10. Humar, N., Kryžanowski, A., 2012 Zadrževalniki v Sloveniji, 1. kongres o vodah, Zbornik prispevkov, Ljubljana.
 11. Altarejos-García, L., Escuder-Bueno, I., Serrano-Lombillo, A., de Membrillera-Ortuño, M.G., 2012. Methodology for estimating the probability of failure by sliding in concrete gravity dams in the context of risk analysis, Structural Safety, Volumes 36–37, May–July 2012, Pages 1-13.
 12. Ardiles, L., Sanz, D., Moreno, P., Jenaro, E., Fleitz, J., Escuder Bueno, I., 2011. Risk assessment and management for 26 dams operated by the Duero River Authority (Spain), 6th International conference on dam engineering, Lisbon, Portugal, 15-17th February 2011.
 13. Bowles, D.S., Anderson, L.R., Glover, T.F., Chauhan, S.S., (1998) Portfolio risk assessment: a tool for dam safety risk management, Proceedings of the 1998 USCOLD Annual Lecture, Buffalo, New York. August 1998.
 14. Bowles, D.S., Anderson, L.R., F. Glover, T.F., 1997 A Role for Risk Assessment in Dam Safety Management, Proceedings of the 3rd International Conference HYDROPOWER 97, Trondheim, Norway, June 1997.
 15. Fell, R., Bowles, D.S., Anderson, L.R., Bell, G., 1999) The status of methods for estimation of the probability of failure of dams for quantitative risk assessment, Proceedings of the 20th International commission on large dams, Beijing, China.
 16. Osnutek Navodil za izdelavo dokumentacije o očni ogorženosti zaradi porušitev pregrad, 1996 Ministrstvo za obrambo RS - Uprava za zaščito in reševanje RS.